文章编号：0454-6296（2000）02-0214-11

昆虫产卵抑制素的研究及应用

孟国玲，肖 春，龚信文
（湖北农学院，荆州 434103）

中图分类号：Q965 文献标识码：A

昆虫在选择合适的产卵场所时会受到许多因素的影响，产卵抑制素（oviposition deterrent，OVD）就是其中的一个重要因素[1]。OVD可以产自昆虫自身，以避免同种个体在有限的食物和空间资源上开展竞争，同时具有抑制有相近生态位的他种个体在同一场所产卵，以减少种间竞争的作用。OVD也存在于植物中，它可以阻止植食性昆虫在植物上产卵，从而使植物免遭为害。

从OVD的特点可以看出，它在调节昆虫产卵行为及种群分布，协调昆虫与寄主植物的关系具有重要作用。因此，深入开展OVD的研究，对于揭示昆虫的产卵行为，分析昆虫与寄主植物的协同进化，发展新的害虫防治技术都有十分重要的价值。

1 OVD的研究概况

1.1 昆虫产生的OVD

1.1.1 成虫产生的OVD：Salt第一个证实了在广赤眼蜂中 *Trichogramma evanescens* 有OVD的存在，以后在多种寄生蜂中也发现有OVD[2]。在寄生蜂中，OVD主要由毒腺、杜氏腺产生，触角可以探测产在寄主体表的OVD，而产卵器可以探测产在寄主体内的OVD[2~4]。Oshima首次发现了绿豆象 *Callosobruchus chinensis* 产卵后会留下“产卵标记物”（oviposition marker），并且分析了其中的成分[2]。在认真研究四纹豆象 *Callosobruchus maculatus* 的产卵行为后，Credland等建议将所有抑制昆虫产卵的物质统称为“OVD”[5]。研究结果表明，甘蓝茎象甲 *Ceutorhynchua assimilis*、烟甲 *Lasioderma serricorne* 也可产生OVD[6,7]。目前已鉴定出烟甲OVD的全部组份[8,9]。小蠹虫属（*Dendroctonus*）在密度较高时会释放出一种“抗聚集信息素”（antiaggregation pheromone），它有OVD的功效。这种情形在枞色卷蛾 *Choristoneura fufifera*、棉铃虫 *Helicoverpa armigera* 和美国棉铃虫 *H. zea*、赤拟谷盗 *Tribolium castaneum*[2]中也存在。

研究表明，豆象类雌虫、雄虫均可产生OVD，但主要是由交配后的雌虫产生，而且雌虫产生的OVD成分更复杂一些[5,10]。四纹豆象主要用触角来感受OVD的存在与否，下唇须与下颚须也有辅助作用，但主要是对卵的存在有反应，以促使产卵分布更加均匀[5,10]。甘蓝茎

收稿日期：1996-09-15；修订日期：1998-12-15

象甲、烟甲都是用触角来感受 OVD[6,8]。Prokopy 证实，苹果实蝇 *Rhagoletis pomonella* 雌虫产卵后会在果实表面产下一种"标记信息素"（marking pheromone）或"产卵信息素"(oviposition pheromone)[2]。这种信息素在其它食果实蝇中也存在。Katsoyannos 首次用这类信息素进行了欧洲樱桃实蝇 *Rhagoleris cerasi* 的防治试验，并获得了初步成功[2]。苹果实蝇的 OVD 产生于雌虫的中后肠组织，雌蝇产卵后用产卵器在果实表面来回划动，将 OVD 产在果实表面，前跗节的感觉毛可以探测 OVD 的存在与否。欧洲樱桃实蝇的情形与之类似[2,11]。而种蝇 *Hylemya* sp. 可以根据产卵部位来调节 OVD 的产生与否[2]。

在其它双翅目昆虫中如种蝇 *Hylemya* sp.、苜蓿斑潜蝇 *Agromyzia frontella*、高梁盲蝇 *Athertigona soccta* 都能产生 OVD[2]。

研究结果表明，大菜粉蝶 *Pieris brassicae*、菜粉蝶 *Pieris rapae* 成虫均可产生 OVD[12,13]。它们的 OVD 均产自雌虫附腺，而触角、前足跗节、产卵器均对 OVD 有反应[11]。目前大菜粉蝶的 OVD 已经鉴定出来并完成了人工合成试验[14]。在蛾类中，欧洲葡萄卷蛾 *Lebestia botrana* 的 OVD 成份已初步搞清，对欧洲玉米螟的 OVD 成份也进行了鉴定[15,16]。家蟋蟀 *Acheta domestica* 的雌虫也可产生 OVD[2]。

1.1.2　幼虫产生的 OVD：Corbet 发现，地中海粉螟 *Anagasta kuhuiella* 幼虫上颚腺中能产生一种"疏散信息素"(epideictic pheromone)[17]或者是"产卵信息素"(oviposition pheromone)可以抑制雌虫产卵[18]。一种叶甲 *Phyllodecta vulgatissima* 幼虫的背腺分泌物[19]、松叶蜂 *Diprion pini* 幼虫的吐出物均对其成虫产卵有抑制作用[20]。一种草蛉 *Chrysopa oculata* 幼虫也能产生 OVD[21]。许多蛾类幼虫的粪便中都含有能抑制其成虫产卵的 OVD。一些鳞翅目幼虫粪便中也含有 OVD。Renwick 首次从粉纹夜蛾 *Trichoplusia ni* 幼虫粪便中分离到 OVD[22]。以后在多种鳞翅目幼虫粪便中相继发现了 OVD[23,24]。Mithell 等从取食同一寄主——一种苋菜 *Amaranthus hybridus* 的甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 和亚热带粘虫 *Spodoptera eridania* 的幼虫粪便中提取的混合物均对甜菜夜蛾雌虫有产卵抑制作用，因此认为这类混合物的活性成分属于植物性成分[25]。

昆虫产生的主要 OVD 种类见表 1。

1.2　来自植物中的 OVD

在许多植物中都存在着植食性昆虫的 OVD。Gupta 在研究中发现，寄主植物中的某些化学成份对小菜蛾 *Plutella maculipennis* 雌虫有产卵抑制作用。Yamamoto 等也证实寄主植物中含有抑制烟草天蛾 *Maduca sexta* 雌虫产卵的化学物质[28]。Maxwell 等报告，在海岛棉 *Gossipium barbadense*、木槿 *Hibiscus syriacus* 中有棉铃象甲 *Anthonomus grandis* 的 OVD[28]。Lungren 曾分析了对大菜粉蝶、绿粉蝶 *Pieris napi* 有产卵抑制作用的一些植物成份[29]。研究结果证实，一种非寄主植物——桂竹香糖芥 *Erysimum cheiranthoides* 中含有抑制菜粉蝶雌虫产卵的物质，经鉴定，这类物质中含有四种活性成分[30]。最著名的事例是从印楝 *Azadirachta indica* 中分离出的印楝素（azadirachtin）对多种昆虫有 OVD 作用[31]。目前在许多植物中都发现有抑制昆虫产卵的活性物质[32~48]。植物中产生的主要 OVD 种类见表 2。

1.3　其它情形中出现的 OVD

有证据表明，阿弗麦放线菌 *Streptomyces avermitilis* 的分泌物对欧洲葡萄卷蛾、果蝇 *Drosophila melanogaster* 等多种昆虫的雌虫有强烈的产卵抑制作用[49,50]。氢氧化铜溶液可以

表 1 昆虫产生的产卵抑制素

Table 1 The OVD produced by insects

昆虫种类 Insect species	化学成分 Chemical component	作用对象 Insect responded
绿豆象[2]	棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、丁酸、三乙酸甘油脂	同种及近缘种个体
赤拟谷盗[2]	2-乙基-1，4-醌	同种个体
黄杉小蠹[2]	甲基环己酮	同种个体
辣根猿叶虫（幼虫）[19]	水杨酸	同种抱卵雌虫
烟甲[9]	α-serricornone　β-serricornone ※：手性碳原子	同种雌虫
欧洲樱桃实蝇[26]	CH_2OH, $C_{15}H_{31}$ RO, OR, SO_3R' （1）R＝H，R′＝H，Na （2）R＝CH_3CO，R′＝H，Na	同种及近缘种雌虫
大菜粉蝶[14]	HO—…—CH═CH—C(═O)—NH—…(CO₂H)—OH （1）R＝OH　（2）R＝H （3）R＝O-β-glucopyranosyl	同种及近缘种雌虫
欧洲葡萄卷蛾[2]	直链脂肪酸（脂）	同种及近缘种雌虫
欧洲玉米螟[2]	棕榈油酸、棕榈酸、亚油酸、硬脂酸	同种雌虫
花园卵石蛾（幼虫粪便）[48]	芥子酸	种蝇（*Delia radicum*）
海灰翅夜蛾[24,54]	香荆芥酚、麝香酚、叶绿醇	同种雌虫

抑制橄榄实蝇 *Dacus oleae* 的雌虫产卵[51]。一些植物受植食性害虫侵害后也会直接释放 OVD，从而抑制害虫的取食以达到保护自己的目的[52]。

2 OVD 的研究方法

2.1 OVD 的收集

一是用溶剂提取昆虫的特定部位（如雌虫附腺、幼虫上颚腺等）或植物特定部位（如花、

表 2　植物产生的产卵抑制素

Table 2　The OVD produced by plants

植物种类 Plant species	化学成分 Chemical component	感受昆虫 Insect responded
橄榄果（*Olea europaea*）[43]	反-2 己烯醛	橄榄实蝇
松油、辣椒及生姜[46]	辣椒素、Z-肉桂醛、Z-4 甲氧肉桂醛、香茅醛对苯乙醇系列衍生物	葱蝇（*Delia antiqua*）
日本常山（*Orixa japonica*）[39]	槲皮酮	黄凤蝶（*Papilio xanthux*）
屈曲花[40~42]	(1) R_1 = —CHO, R_3 = OH; R_2 = HO… OH, OH, CH_3; (2) R_1 = —CHO, R_3 = —H; R_2 = HO… CH_2OH, OH, HO, CH_3, OH; Me, R_1, R_2O, R_3, OH	菜粉蝶
芸香科植物[55]	香豆素、芸香苷、糖芥苷、糖芥色苷、磁麻苷、铃兰毒苷、齐墩果苷	小菜蛾
黑杨（*Populus nigra*）[38]	水杨醛、丁香酚、邻苯二酚、肉桂酸甲酯、对羟基肉桂酸	豆荚螟

叶、果等）的 OVD；二是用溶剂提取昆虫幼虫粪便中或留在产卵处的 OVD。常用的溶剂为水、甲醇、乙醇等。

2.2　OVD 的生物活性测定方法

（1）触角电位技术：通过测定触角或跗节及产卵器对分离物的反应来鉴定有效成份。

（2）室内与田间产卵行为观察：Lungren 提出用产卵抑制素指数（Oviposition deterrent indices，ODI）评价 OVD 的活性。

$$ODI = 100 \times (C - T)/(C + T)$$

C：对照区的全部落卵量；T：处理区的全部落卵量。当 ODI 显著大于零时，表明提取物为 OVD；当 ODI 近于零时，表明雌虫对提取物无反应；当 ODI 显著小于零时，表明被测物能引诱成虫产卵。

2.3　OVD 的分离及有效成份的鉴定

主要步骤为：粗提物→过滤→浓缩→萃取→得较纯的活性提取物→用 HPLC 分离收集单个组份→用 GC-NMC 进行结构鉴定→用 EAG 进行单个有效组分鉴定[29]。

目前已鉴定出了绿豆象、烟甲、欧洲樱桃实蝇、大菜粉蝶、欧洲玉米螟等多种类成虫的 OVD 的主要成分，并进行了 OVD 的人工合成试验[26,55]。从海灰翅夜蛾幼虫粪便中也分离、

鉴定出了几种对成虫有产卵抑制作用的主要成分[24,54]。

3 OVD的生态学效应

3.1 信息素效应

昆虫产生的OVD可以促使成虫分散产卵，充分利用食物和空间资源，减少竞争。这一点对于卵寄生蜂、实蝇、豆象类等幼虫移动性小的昆虫种类显得特别重要，许多寄生蜂产卵后常将OVD产在寄主体表或体内，这样可以减少复寄生。但产在寄主体表的OVD有效期较短，而产在寄主体内的OVD有效期则长一些。黑卵蜂 *Telenomus podisi* 和沟卵蜂 *Trissolcus euschisti* 产在臭蝽卵表面的OVD仅在产下1 h内效果最好，尽管其有效期可达96～100 h[3]。产在桃蚜 *Myzus persicae*（Sulzer）体表的OVD有效时间只有几个小时[4]。

室内试验表明，加勒比实蝇 *Anastrepha suspensa* 的OVD对雌虫的抑制作用可达6天以上[2]。在干燥的条件下，苹果实蝇的OVD的有效期可达三周以上，大雨可使其活性丧失50%～60%，小雨则使其活性降低13%～35%[56,57]。当果实上有刺孔时，地中海实蝇的OVD效果则有所下降，因为刺孔有刺激产卵的作用[58]。墨西哥桔实蝇 *Anastrepha ludens* 在有OVD的位置产卵后会在正常情况下产下更多的卵；苹果实蝇在室内培养200代以后雌虫对OVD几乎无反应[58]，而在实验室培养了200代以后的地中海实蝇仍可正常产生OVD并对其仍有一定程度的反应[59]。室内试验证实，如苹果实蝇和加勒比实蝇长时间不接触寄主，即使用OVD处理果实，它们仍可在果实上产卵。如苹果实蝇与寄主隔开80 min以后在有OVD的果实上的产卵率可达90%以上[60]，这说明实蝇类对OVD有一定的记忆能力。OVD还可使地中海实蝇的窝卵数减少[55,58]。

四纹豆象OVD的有效期可达30天以上[5]，而甘兰茎象甲的OVD仅能维持12 h[6]。

研究结果表明，烟甲的OVD不仅可抑制雌虫产卵，而且可抑制幼虫取食。结构鉴定表明，OVD也是性信息素的微量组分[9]。四种叶甲 *Gastrophysa viridula*、*Phaedon cochleariae*、*Plagiodera vorsicolora*、*Phiatora vitellinne* 的幼虫产生的OVD既可抑制成虫产卵，也可抑制成虫取食[19]。

大菜粉蝶的OVD即使在高浓度下也不能完全抑制成虫产卵。在有OVD存在时，大菜粉蝶产卵前期延长，降落次数增多。OVD在田间的有效期可在24 h以上[61]。

在用OVD处理寄主时，欧洲葡萄卷蛾在寄主上的产卵量比对照降低57%，且有效期可达24 h以上[62]。

3.2 它感物质效应

3.2.1 利它素效应：有些昆虫的OVD可作为利它素而为其天敌所利用。如地中海粉螟幼虫产生的OVD可诱发仓蛾姬蜂 *Porizon canescens* 的产卵行为；苹果实蝇的OVD有刺激潜蝇姬蜂 *Opius lectus* 产卵的作用[2]；大菜粉蝶的OVD对广赤眼蜂接触产卵有利[63]。

3.2.2 利己素效应：有许多证据表明，具有相近生态位的昆虫种类对彼此的OVD有反应，这说明OVD的专一性不强，这在种间竞争中对OVD的释放者十分有利。如同为绕实蝇属的 *Rhagoletis mendax*，*R. cornivora* 及 *R. basicola* 产生的OVD都对苹果实蝇 *R. pomonella* 的雌虫有产卵抑制作用；粉斑螟属 *Ephestia* 和谷斑螟属 *Plodia* 对彼此的OVD也有反应[11]；大菜

粉蝶的 OVD 可强烈抑制菜粉蝶的产卵，其有效期可达 8 天以上[64]；绿豆象与四纹豆象对彼此的 OVD 有反应，而且绿豆象的 OVD 对两种雌虫的产卵抑制作用更强[5]。研究结果证实，欧洲葡萄卷蛾的 OVD 对苹果蠹蛾、梨小食心虫 *Grapholitha molesta*、葡萄小食心虫 *Paralobesia viteana* 雌虫有产卵抑制作用[65]。一种猿叶虫 *P. cochlearlae* 幼虫产生的 OVD 同时有抑制另外三种叶甲 *G. viridula*、*P. vorsicolora*、*P. vitelinae* 成虫产卵的作用，而且有效期可达 20 h 以上[19]。花园卵石蛾 *Evergestis forficalis* 幼虫产生的芥子酸可抑制种蝇 *Delia radicam* 的产卵[48]。

植物产生的 OVD 属典型的利己素，它可以有效地保护植物免遭为害，这在作物中是一个极有抗虫价值的特征。一种玉米抗虫品系 Pioneer-x-304c 的水溶性抽提物可以抑制草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 雌虫产卵[66]。有证据表明，水稻抗虫品系和野生稻的汽馏物对稻蓟马 *Stenchaethripes biformis* 有显著的 OVD 功效，而且野生稻叶的汽馏物比抗虫品系的效果更好，并且对 1 龄若虫的触杀效果达 76%～82%，而抗虫品系仅为 36%～44%[67]。印楝中的印楝素对褐飞虱 *Nilaparvata lugens*、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura*、桔潜叶蛾 *Phyllochistis citrella*、稻瘿蚊 *Pachydiplosis oryzae* 等也有显著的产卵抑制作用。0.02% 的印楝种核抽提物对丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 的产卵驱避效果达 100%[32]，这使印楝极少受到植食性昆虫的为害。许多植物之所以不易受到植食性昆虫的取食，这和它们含有一些能抑制植食性昆虫产卵的化学物质不无关系。

研究表明，即使在植食性昆虫最嗜好的寄主植物中也含有其 OVD，只是与刺激昆虫产卵的物质相比，这些物质在寄主中的作用要弱得多。如大白菜的乙醚抽提物对大菜粉蝶的成虫有产卵抑制作用、大白菜的水浸物对粉纹夜蛾雌虫有 OVD 作用[68]。因此，作物中 OVD 的含量完全可以作为抗虫作物品种的一个重要指标。

鳞翅目昆虫幼虫粪便中含有 OVD，表明幼虫在调节种群密度中发挥着重要作用。这也是植食性昆虫的一个进化特征。幼虫通过粪便排出 OVD 有助于在一定范围内避免种群数量的迅速增长，从而保证幼虫可以占领一定范围内的食物。从粉纹夜蛾幼虫粪便中提取的 OVD 对成虫的产卵抑制作用可达 3 天以上[69]。用末龄幼虫提取物处理寄主后（幼虫 1 头/株），使寄主的草地贪夜蛾的幼虫比对照减少 66.5%[50]。

4　OVD 的应用及展望

4.1　OVD 应用于害虫防治

OVD 可以有效地抑制害虫在植物或植物周围产卵，从而使植物免遭为害。所以将 OVD 用于害虫的防治典型地体现了“防”的策略，这个特点是其它任何防治措施都难以相比的，因此，OVD 在害虫防治上有广阔的应用前景。用 OVD 防治欧洲樱桃实蝇已经显示了明显的效果[2]。田间试验表明，在用从桂竹香糖芥中提取的 OVD 处理的小区，菜粉蝶的着卵量比对照下降 50% 左右[10]。同时，由于昆虫产生的 OVD 尚有招引天敌的功效，因此，OVD 的使用有利于增加田间天敌数量，加强天敌对害虫的控制作用，所以，将 OVD 应用于害虫防治，其优势是显而易见的，但是由于 OVD 不能直接降低害虫的种群数量，因此在防治中用 OVD 时最好与其它相关措施相配合，这样才能更好的保护作物。

4.2 将OVD用于抗虫品种的选育

作物抗虫的重要特征之一即是拒产卵，所以选用OVD含量高的品系，将有助于减少害虫造成的为害。Maxwell等报道，在海岛棉中含有棉铃象甲的OVD，通过杂交，已将控制OVD的基因转入陆地棉 *Gossypium hirsutum* 中，并选育出几个可降低着卵量25%～40%的品系[28]。

4.3 应用OVD研究植食性昆虫与植物的协同进化

植食性昆虫要生存，必须取食植物，而植物为了抵御害虫的侵袭就不得不采取多种形式来保护自己。植物抵抗害虫的方式之一就是不让害虫接触或接近自己，而OVD就有这个功效。植食性昆虫要获得食物，首先就得突破植物这第一道屏障，这样就形成了昆虫与植物相互选择、相互适应的过程，最终导致了昆虫与植物的协同进化。一种十字花科植物——屈曲花 *Iberis amara* 的2-O-β-D-葡萄糖基葫芦素及其衍生物对菜粉蝶产卵有强烈的抑制作用，因而成功地阻止了菜粉蝶种群的建立，保护了自己，但这类化合物对绿粉蝶却无作用，因此这种植物便成了后者的寄主[70]。从这个事例可以看出，OVD在昆虫与植物的协同进化中起着重要作用。

5 在OVD研究中尚存的问题

5.1 有关抑制昆虫产卵的活性物质的命名

在国内外有关文献中，对可抑制昆虫产卵的物质有各种各样的叫法，这在前面已经提及。从目前有关研究来看，不论是成虫还是幼虫产生的可抑制同种雌虫产卵的物质，有的也对他种个体有作用，因而有些物质也属于“他感作用物质”，而植物中产生的这类物质即是典型的“利己素”[2,5,16～18]。目前通常认为，“信息素”仅指对同种个体有作用的化学物质[1]。因此，作者同意Credland的观点，不论是昆虫还是植物产生的这类化学物质均可统一称为“产卵抑制素”（oviposition deterrent）[5]。

5.2 关于豆象类产生的OVD

有关豆象的研究表明，雌雄虫均可产生OVD。如果说象其它种类一样，雌虫在产卵后随即产下OVD，那么豆象雌虫的OVD也应是在产卵后才产下，但有关研究则证实，豆象雌虫在非产卵期也可产下OVD，而且雄虫也可产生OVD[2,5,10]。显然这种化学物质不仅仅有OVD的功效，可能还有其它作用，如起“领域标记”的作用，以阻止其它种类前来取食等。

致谢 感谢中国科学院动物研究所石根生先生提供部分文献。

参 考 文 献（References）

［1］ 杜家纬. 昆虫信息素及其应用. 北京：中国农业出版社. 1988，1～10

［2］ Bell W J，Carde D E. Chemical Ecology of Insects . Sinauer Associates，Sunderland. Mass.，1984，205～224；301～330

［3］ Hofsvang T. Mechanism of host discrimination and intraspecific competition in the aphid parasitoid，*Ephedrus cerasicola*. Entomol. Exp. Appl.，1988，48（3）：233～240

［4］ Okuda M S. Intraspecific and interspecific host discrimination in *Telenamua podisi* and *Trissolous euschisti*（Hym：Sce-

lionidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 1988, 81 (6): 1 017～1 020

[5] Credland P F, Wright A W. Oviposition deterrents of *Callosobruchus maculata*. Physiol. Entomol., 1990, 8: 69～72

[6] Ferguson A W. Deposition and longevity of oviposition-deterring pheromone in the cabbage seed weevil. Physiol. Entomol., 1991, 16 (2): 27～34

[7] Howlander A J. Influence of different solvent egg washes on oviposition and behavior of tobacco beetle, *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). Bangladesh J. Zool., 1993, 21 (1): 41～50

[8] Kohni M. Pheromone-like substances affected the oviposition behavior of the female cigarette beetle, *Lasioderma serricorne*. Appl. Entomol. Zool., 1986, 21 (1): 15～20

[9] Imai T, Hirashi K. Female-produced oviposition deterrents of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). J. Chem. Ecol., 1990, 18 (4): 1 237～1 248

[10] Sakai A, Honda H. Ovipositional marking pheromone of the bean weevils *Callosobruchus chinensis* and *C. maculatus*. J. Pestic. Sci., 1986, 11 (2): 163～168

[11] 周友泉，张青文，杨奇华. 昆虫产卵驱避激素的研究概况. 昆虫知识，1991，28 (3): 185～187

[12] Klinjstra J W. Intraspecific egg load assessment of host plant by *Pieris rapae* butterflies. Entomol. Exp. Appl., 1985, 38 (3): 227～232

[13] Theunissen J, Boii C J H, Lotz L A P. Effects of intercropping white cabbage with cloves on pest infestation and yield. Entomol. Exp. Appl., 1995, 74 (1): 7～16

[14] Blaakmeer A, Stork A, van Veldhuizen A. Isolation, identification and synthesis of miriamides, new host markers from eggs of *Pieris brassicae*. J. Nat. Prod., 1994, 57 (1): 90～99

[15] Poirier L M, Border J H. Recognition and avoidance of previously laid egg masses by the oblique banded leafroller. J. Insect Beha., 1991, 4 (4): 501～508

[16] Thiery D, Gabel B, Garkas P *et al*. Identification of an oviposition-regulating pheromone in the European grapecine moth, *Lobesta botrana*. Experientia, 1992, 48 (7): 697～699

[17] Corbet S A. Mandibular effects of larvae of the flour moth, *Anagasta kuehniella*, contains an epideictic pheromone and elicits oviposition movements in a Hymenoptera parasite. Nature, 1971, 232: 481～488

[18] Corbet S A. Oviposition pheromone in the larvae of the flour moth, *Anagasta kueniella*. Nature, 1973, 232: 537～538

[19] Hilker M. Interspecific effects of larval secretions on some Chrysomelids. Entomol. Exp. Appl., 1989, 53 (3): 237～245

[20] Hilker M, Weitzel C. Oviposition deterrence by chemical signals of conspecific larvae in *Diprion pini* (Hymenoptera: Iprionidae) and *Phyllodeota vulgatissina* (Coleoptera: Chrysomelidae). Entomol. J. G-Gn., 1991, 15 (4): 293～301

[21] Ruzicka Z. Oviposition-deterring pheromone in *Chrysopa oculata* (Neuroptera: Chrysomilidae). European J. Entomol., 1994, 91 (4): 361～370

[22] Renwick J A A, Radke C D. An oviposition deterrents associated with frass from feeding larvae of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. Entomol. Exp. Appl., 1981, 9: 313～320

[23] 赵建周，杨奇华. 棉铃虫幼虫粪对成虫产卵的驱避作用. 昆虫知识，1990，27 (3): 139～140

[24] Klein B, Schildknecht H, Hilker M *et al*. Oviposition deterrent from larval frass of *Spodoptera littoralis*. Z. Naturforsch. Sect. C Biosci., 1990, 45 (7/8): 875～901

[25] Andeson P, Hilker M, Hanson B S. Oviposition-deterring components in larval frass of *Spodoptera littoralis* (Boisd) (Lepidoptera: Noctuidae). J. Chem. Ecol., 1993, 39 (2): 129～137

[26] Hurter J, Boller E F, Stadler E. Oviposition-deterring pheromone in *Rhagoletis cerasi* L: Purification and determination on the chemical constituents. Experientia, 1987, 43 (2): 157～164

[27] Muller D, Demon B, Richter W *et al*. MS/MS [mass spectrometry/mass spectrometty] instructural analysis of an oviposition-deterring pheromone. Mikrochim Acta, 1991, 2 (1～6): 325～335

[28] Mitchell E K, Radke C D. Influence of *Amaranthus hybridus* L. allelochemicals on oviposition behavior of *Spodoptera exigna* and *S. eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Chem. Ecol., 1990, 16 (44): 609～618

[29] Lungren L. Natural plant chemicals acting as oviposition deterrents on cabbage butterflies [*Pieris brassicae*, *P. rapae*, *P. napi*]. Zool. Sci., 1975, 4: 253～258

[30] Sachdev-Gupta K, Renwik J A A, Radke C D. Isolation and identification of oviposition deterrents to cabbage butterflies, *Pieris rapae*, from *Erysimum cheiranthoides*. J. Chem. Ecol., 1990, 16 (4): 1 059～1 068

[31] 华南农学院主编. 植物化学保护（第二版）. 北京：农业出版社. 1992，202～ 215

[32] Arrangar G S G, Rao P J. Neem (Azadirachta indica) extracts as larval repellents and ovipositional deterrents to *Spodoptera litura*. Indian. J. Entomol., 1989, 51 (2): 121～124

[33] Abivardi C, Benz G. Oviposition-deterring activities of medical plants extensively used modern medicine against *Cydia pomonelaa* (Lepidoptera: Torticidae). Mitt. Schweiz. Entomol., 1985, 59 (1/2): 31～38

[34] Dongre T K. Feeding and oviposition deterrents for spotted bollworm of cotton *Earias vittella*, in calyxofan alternaing host plant, *Hibiscus sabdariffa*. J. Insect. Sci., 1992, 5 (2): 130～133

[35] Dongre T K. Deterrent and antibiosis activity in the *Spiesia populnea* against the spotted bollworm, *Earias vittella*. Insect Sci. Appl., 1992, 13 (5): 673～677

[36] Lo Scalzo R. Olea European chemicals repellent to *Dacus oleae* females. J. Chem. Ecol., 1994, 20 (8): 1 813～1 823

[37] Tingle F C, Mitchell E R. Effects of oviposition deterrents from elderberry on behavioral responses by *Heliothis virescens* to host plant volatiles in flight tunnel. J. Chem. Ecol., 1991, 17 (8): 1 621～1 632

[38] Hattori M, Sakagami Y, Marumo S. Oviposition deterrents for limebean pod borer, *Etiells zinckenella* (Lepidoptera: Pyralidae) from *Populus nigra* L. V. C. italic leaves. Appl. Entomol. Zool., 1992, 27 (2): 195～204

[39] Nishida R, Takao O. Oviposition deterrents of a Rutaceae-feeding swalltail butterfly, *Papilio xuthus*, from a nonhost plant, *Orixa japonica*. Agri. Biol. Chem., 1990, 54 (5): 1 265～1 279

[40] Tabashnik B E. Plant secondary compounds as oviposition deterrents for cabbage butterfly, *Pieris rapae*. J. Chem. Ecol., 1987, 14 (2): 309～316

[41] Hung X P, Renwick J A A, Sachdev- Gupta K. A chemical basis differential acceptance of *Erysimum cheiranthoides* by two *Pieris* species. J. Chem. Ecol., 1993, 19 (2): 195～210

[42] Hung X P. Renwick J A A. Cardenolides as oviposition deterrents to two *Pieris* species: structure activity relationships. J. Chem. Ecol., 1994, 20 (5): 1 039～1 051

[43] Scarpti M L. *Olea europaea* volatiles attractive and repellent to the olive fruit fly (*Dacus oleae*). J. Chem. Ecol., 1993, 18 (4): 881～891

[44] Lo Scalzo R. *Olea europaea* chemical repellent to *Dacus olea* females. J. Chem. Ecol., 1994, 20 (8): 1 813～1 820

[45] Cowles R S, Keller J E, Miller J R. Pungent species, ground red pepper and sythetic capsaicin as onion ovipositional deterrent. J. Chem. Ecol., 1989, 15 (2): 719～730

[46] Javer A, Wynner A D, Borden H H. Pine oil: an oviposition deterrent for the onion maggot, *Celia antique* (Diptera: Anthomyiidae). Can. Entomol., 1987, 119 (7/8): 605～610

[47] Cowles R S, Miller J R, Hollingworth R M *et al*. Cinnamyl derivatives and monoterpenoids as nonspecific ovipositional deterrents of the onion fly. J. Chem. Ecol., 1990, 16 (8): 2 401～2 408

[48] Hones H H, Cole R A, Rinch A. Cabbage root fly oviposition deterrent in the frass of garden apple moth caterpillars. Environ. Entomol., 1988, 49 (3): 277～282

[49] Orton C J, Watts J E, Rogg P. Comparative effectiveness of avermectins and deltamethrin in suppressing oviposition in *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae). J. Econ. Entomol., 1992, 85 (1): 28～32

[50] Ishaaya I, Yabionski S, Gurevitz E *et al*. Toxicity of avermectin B1 to *Drosophila melanogaster* and *Lobesia botrena* (Tortricidae). J. Econ. Entomol., 1986, 796: 1 621～1 623

[51] Prophetou-Athanasiadou D A. Deterrence of oviposition in *Dacus oleae* by copper hydroxide. Entomol. Exp. Appl., 1991, 61 (1): 1～5

[52] 钦俊德. 昆虫与植物的关系. 北京：科学出版社. 1987，23～26

[53] Tabashnik B E. Deterrents of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) oviposition by plants compounds. Environ.

Entomol.，1985，14：575～578

［54］ Hilker M，Klein B. Investigation of oviposition deterrent from larvae frass of *Spodoptera littoralis*（Boisd）. J. Chem. Ecol.，1989，15（3）：929～938

［55］ Kuechler：Synthesis of the oviposition-deterring pheromone of *Rhagotneis cerasi*. Liebigs Ann. Chem.，1991，6：545～552

［56］ Stadler E R. Relative air humidity influences the function of the tarsal chemreceptor cells of the cherry fly . Physiol. Entomol.，1987，12（3）：339～346

［57］ Averill A L，Prokopy R J. Residual activity of oviposition of oviposition-deterring pheromone in *Rhagolotis pomonella*（Diptera：Tephritidae）. J. Chem. Ecol.，1987，13（1）：167～178

［58］ Papaj D R. Host-marking pheromone and use of persistently established sites by the Mediterranean fruit fly（Diptera：Tephritidae）. J. Insect. Behav.，1992，5（5）：583～598

［59］ Papaj D R. Temporal dynamices of host-marking pheromone in the tropical tephritid fly，*Anastrepha luden*. Physiol. Entomol.，1993，18（3）：279～284

［60］ Papaj D R，Roitberg B D，Opp S B *et al*. Effect of marking pheromone on clutch size in the Mediterranean fruit fly. Physiol. Entomol.，1990，15：463～468

［61］ Dimock M B，Renwick J A A. Oviposition by field population of *Pieris rapae* deterred by an extract of wild crucifer. Environ. Entomol.，1991，20：802～808

［62］ Gabel B，Thiery D. Biological evidence of an oviposition -deterring pheromone in *Lobestia botrana*. J. Chem. Ecol.，1992，18，（3）：353～358

［63］ Noldus L P. Kairmones for egg parasite *Trichograma evanesens*. J. Chem. Ecol.，1985，11（6）：793～800

［64］ Schoonhoven L M，Beerling E A M，Klinjstra J W *et al*. The related butterfly species avoid oviposition near each other eggs. Experientia，1990，46（5）：526～528

［65］ Thiery D，Gabel B. Inter-specific avoidance egg associated with semiochemicals in four tortricids. Experientia，1993，49（11）：998～1 001

［66］ Williams A L. Mitchell E D. Heath R R. Oviposition deterrents for fall armyworm from larval frass，corn leaves and artificial diet. Environ. Entomol.，1986，15：327～330

［67］ 汪开始. 抗虫稻叶汽馏物对昆虫的毒性. 植物杂志，1994，5：47

［68］ Renwick J A A，Radke C D. Host plant constituents as oviposition deterrents for the cabbage looper，*Trichoplusia ni*. Entomol. Exp. Appl.，1981，30：201～204

［69］ Ofuga T I. Oviposition deterrence and ovicidal properties of some plant powder against *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea（*Viagna unguioulata*）seeds. J. Agric. Sci.，1990，115（3）：343～346

［70］ Huang X P，Renwick J A A . Oviposition stimulants and deterrents regulating differential acceptance of *Iberis amara* by *Pieris rapae* and *P. napi oleracea*. J. Chem. Ecol.，1993，19（8）：1 645～1 663

Progress in the study and application of oviposition deterrents of insects

MENG Guo-ling，XIAO Chun，GONG Xin-wen

（The Agronomical Department，Hubei Agricultural College，Jingzhou 434103）

Abstract：Many insects left "oviposition markers" on the surface of the eggs or at the egg-laying site after oviposition. It was found that "oviposition markers" were chemical-oviposition deterrents（OVD）produced

by female adults，which deterred oviposition at the same sites by conspecific or heterospecific females. It was confirmed that the larvae of many insects could secret OVD. The species in Orthoptera，Lepidoptera，Coleoptera and Diptera could also produce OVD. Many documents confirmed that there were chemicals functioning as OVD in many kinds of plants. A set of techniques for studying OVD such as electrophysiological responses，behavioral responses，and isolation and identification of active compounds has now been developed. The OVD produced by females of *Pieris rape*，*Lasioderma serricorne* and *Rhagoletis cerasi* were identified and synthesized. The chemicals functioning as OVD of *Pieris rape* and *Hylemya* spp. were found in many plants. Controlling *Rhagoleris cerasi* with OVD was a typical example in the application of OVD. In addition，a new variety of cotton that could deter oviposition by females of *Anthonomus grandis* was also developed. OVD could also be used to study coevolutionary relationship between herbivore insects and plants. We think that study on OVD of insects plays a very important role in decoding the ovipositional behaviors of insects，co-evoluationary relationship between herbiore insects and plants，and developing new types of pest insect-controlling techniques.

Key words: insects; oviposition; deterrents